PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-077713
(43)Date of publication of application : 14.03.2000

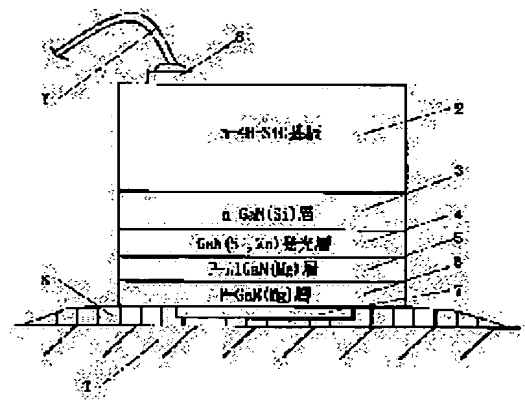
(51)Int.Cl. H01L 33/00

(21)Application number : 10-241889
(22)Date of filing : 27.08.1998

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD
TOTTORI SANYO ELECTRIC CO LTD
(72)Inventor : MATSUSHITA YASUHIKO

(54) SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING ELEMENT

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To dispense with a P-type transparent electrode in which a high controllability is required.
SOLUTION: This element is a semiconductor light-emitting element constituted into a structure, wherein an n-type GaN semiconductor layer 3, a GaN semiconductor luminous layer 4, a P-type AlGaN semiconductor layer 5 and a P-type GaN semiconductor layer 6 are laminated on a substrate 2 consisting of an N-type 4H or 2H-SiC film At the same time, an N-type electrode 8 and a P-type electrode 7 are respectively formed on the substrate 7 and the layer 6. Here, the electrode 8 is arranged at the corner of the substrate 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.04.2001
[Date of sending the examiner's decision of rejection] 02.03.2004
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

CLAIMS

[Claim(s)]
[Claim 1] The semi-conductor light emitting device which is a semi-conductor light emitting device which carried out the laminating of the semi-conductor layer containing the semi-conductor luminous layer of a GaN system on the substrate made from a semi-conductor which consists of SiC, and is characterized by having avoided the center of a SiC substrate and having arranged the opaque pad electrode linked to this SiC substrate to the corner while using transparence and a substrate with conductivity to luminescence wavelength as said SiC substrate.
[Claim 2] The semi-conductor light emitting device which is a semi-conductor light emitting device which formed the electrode of n mold in said SiC substrate, and formed p mold electrode in said p mold GaN system semi-conductor layer on the substrate which consists of SiC of 4H of n mold, or 2H while carrying out the laminating of an n mold GaN system semi-conductor layer, a GaN semi-conductor luminous layer, and the p mold GaN system semi-conductor layer, and is characterized by having arranged said n electrode in a corner of a substrate.
[Claim 3] While carrying out the laminating of an n mold GaN system semi-conductor layer, an InGaN semi-conductor luminous layer, and the p mold GaN system semi-conductor layer on the substrate which consists of SiC of 6H and 4H of n mold, or 2H The semi-conductor light emitting device which is a semi-conductor light emitting device which formed the electrode of n mold in said SiC substrate, and formed p mold electrode in said p mold GaN system semi-conductor layer, and is characterized by having arranged said n electrode in a corner of a substrate.

[Translation done.]

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]
[0001]
[Field of the Invention] This invention relates to a semi-conductor light emitting device.
[0002]
[Description of the Prior Art] the ingredient of a GaN (gallium nitride) system and a SiC (silicon carbide) system is observed as an ingredient suitable for blue luminescence -- having -- current -- various techniques are proposed.
[0003] For example, in JP,8-64910,A, as shown in drawing 5 (A), the laminating of the n mold SiC cladding layer 11, the InGaN barrier layer 12, and the p mold SiC cladding layer 13 is carried out to order on the n mold SiC substrate 10, and the semi-conductor light emitting device (the following, the former structure A) in which blue luminescence in which the aluminum electrode 14 was formed in this center of the p mold SiC cladding layer 13 upper part, and the nickel electrode 15 was formed in the center of the n mold SiC substrate 10 lower part is possible is proposed.
[0004] Moreover, as shown in this official report as the conventional technique at drawing 5 (B) On the sapphire substrate 20, the laminating of the AlGaN buffer layer 21, the n mold GaN layer 22, the n mold AlGaN cladding layer 23, the InGaN barrier layer 24, the p mold AlGaN cladding layer 25, the p mold GaN layer 26, and the p mold transparent electrode 27 is carried out to order. Furthermore, the semi-conductor light emitting device (the following, the former structure B) in which blue luminescence in which n mold electrode 29 was formed for p mold electrode 28 on this p mold transparent electrode 27 in a part of n mold GaN layer 22 is possible is also indicated.
[0005] Conventionally, in order to grow up the p mold SiC cladding layer 13 of elevated-temperature growth (1400-1500 degrees C) into the upper part of the InGaN barrier layer 12 of low dental-curing length (about 800 degrees C) in Structure A, the technical problem of the component property that N in the InGaN barrier layer 12 breaks away, are easy to produce a lattice defect, and a good crystal is not obtained falling during growth of the p mold SiC cladding layer 13 occurs.
[0006] Moreover, conventionally, in Structure B, since the sapphire which is an insulator is used for the substrate 20, a flow cannot be aimed at in the vertical direction of a component through a substrate 20. Moreover, since a lattice constant carries out the laminating of the layer of the GaN system whose lattice constant is 3.11-3.16A on the sapphire substrate 20 which is 4.76A, the technical problem that it is easy to produce a crystal defect in the layer of a GaN system by grid mismatching occurs.
[0007] In consideration of such a point, like the semi-conductor light emitting device shown in drawing 5 (C) The lattice constant of a GaN system semi-conductor and SiC of n mold which becomes and has a near lattice constant are used as a substrate 30. Besides, the layer 31 of a GaN system, i.e., the n mold GaN layer of Si addition, Si, the GaN luminous layer 32 of Zn addition, the p mold AlGaN semi-conductor (clad) layer 33 of Mg addition, and the p mold GaN semi-conductor (contact) layer 34 of Mg addition are formed. It is possible by forming p mold electrode 35 transparent on it and p mold pad electrode 36 to consider as the structure (the following, structure C) which cancels the trouble of Structures A and B conventionally.
[0008]
[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, the structure C -- also setting -- the resistivity of the p mold AlGaN semi-conductor (clad) layer 33 and the p mold GaN semi-conductor (contact) layer 34 of Mg addition -- several ohms and cm -- high -- enough -- low -- since p type layer [****] is not obtained, it is necessary to form separately the transparent electrode 35 for planning breadth of a current, and the technical problem that a production process is complicated occurs. Since this transparent

electrode 35 needs to form membranes to extent which can penetrate light thinly and generally needs to form the metallic material of protection-from-light nature in it, it has the technical problem that a high controllability is needed for the process for creating a transparent electrode 35.
[0009]
[Means for Solving the Problem] This invention was made in consideration of the above-mentioned point, and the fundamental description is to have avoided the center of a SiC substrate, have arranged to the corner the opaque pad electrode connected to this SiC substrate using transparence and a SiC substrate with conductivity to luminescence wavelength, and have constituted as a substrate, in the semi-conductor light emitting device which carried out the laminating of the semi-conductor layer which contains the semi-conductor luminous layer of a GaN system on a substrate.
[0010] Since transparence and a SiC substrate with conductivity are used to luminescence wavelength as a substrate, the transparent electrode needed conventionally can be made unnecessary by arranging so that a substrate may be located upwards, and taking out light through this substrate. A cost cut can be aimed at in the cutback of production processes, and a list, being able to use a transparent electrode as unnecessary.
[0011]
[Embodiment of the Invention] It explains taking the case of the semi-conductor light emitting device (light emitting diode) 1 suitable for blue luminescence which shows the example of this invention below to drawing 1 .
[0012] This semi-conductor light emitting device 1 on the substrate 2 which consists of an n mold SiC semi-conductor the compound semiconductor layer of a GaN system -- that is As the n mold GaN semi-conductor layer 3 which doped Si as an impurity, and an impurity It has structure which carried out crystal growth of the n mold GaN semi-conductor luminous layer 4 which doped Si and Zn, the p mold AlGaN semi-conductor layer 5 which doped Mg as an impurity, and the p mold GaN semi-conductor contact layer 6 which doped Mg as an impurity to order, and carried out the laminating to it. Since the GaN system semi-conductor of a direct transition mold is used for the luminous layer 4, it can enlarge luminous efficiency about 100 times compared with the case where can make luminous efficiency high, for example, SiC of a indirect transition mold is used for a luminous layer.
[0013] The p mold AlGaN semi-conductor layer 5 and the p mold GaN semi-conductor contact layer 6 may carry out predetermined time annealing processing at the temperature around 800 degrees C after said crystal growth if needed, in order to attain the low resistance-ization, since resistivity is large. Although resistivity can be reduced in several ohms and cm by such processing, this value is about 10 times large compared with the resistivity of the SiC layer of p mold, and it is difficult to obtain current breadth like [in the case of the SiC layer of p mold].
[0014] Although it is common to use 6 H-SiC with the easiest manufacture as for a SiC substrate, since these 6 H-SiC is 428nm and its optical absorption edge of that corresponds with the emission peak wavelength (425-430nm) of a luminous layer 4 as shown in drawing 4 , it becomes opaque to luminescence wavelength. Then, as a SiC substrate 2, an optical absorption edge is shorter than the emission peak wavelength of a luminous layer 4, and transparent 4 H-SiC or 2 H-SiC are used to luminescence wavelength. Here, as a SiC substrate 2, it is more desirable than 2 H-SiC to use 4 H-SiC with easy manufacture.
[0015] p mold electrode 7 which serves as Si from aluminum and Au is formed in the center section, and n mold electrode 8 for pads which consists of nickel and Au is formed in the SiC substrate 2 at the p mold GaN semi-conductor (contact) layer 6. Since vertical reversal is carried out and the SiC substrate 2 is used so that it may be located upwards as this light emitting device 1 is shown in drawing 2 , p mold electrode 7 arranged in the component clamp face T is formed in a comparatively big area. Since thickness is thick and opaque, n mold electrode 8 for pads by which wire bond connection is made avoided the center of a substrate 2, and arranges it to the corner of a substrate 2 so that the light which carries out outgoing radiation from a substrate 2 may not be interrupted.
[0016] As the component 1 constituted as mentioned above is shown in drawing 2 , vertical reversal is carried out so that a substrate 2 may be located in an upside, and p mold electrode 7 is placed in a fixed position by the clamp face T of a lead electrode etc. with electroconductive glue S etc. And wire bond connection of the thin lines Y, such as gold, is made at n mold electrode 8 for pads located in an upside. Although a component 1 is assembled as luminescence equipment as shown in drawing 2 , it can raise optical ejection effectiveness by covering a perimeter with transparence resin etc. on the occasion of this assembly.
[0017] If an electrical potential difference is impressed and a predetermined current is passed from p mold

electrode 7 to the component 1 interior towards n mold electrode 8, in a luminous layer 4, the light whose emission peak wavelength is 425-430nm will occur. Outgoing radiation of this light is carried out outside to luminescence wavelength from the perimeter of the transparent n mold GaN semi-conductor layer 3 and the luminous layer 4 containing the SiC substrate 2. Here, since low resistance-ization forms p mold electrode 7 of a large area in the difficult p mold GaN system semi-conductor layer 6, it can consider as the configuration to which driver voltage can be reduced and luminescence area can also be expanded. Moreover, since the resistance of a p mold GaN system semi-conductor layer is fully smaller than SiC of p mold from the first, even if a current arranges to a corner breadth and the electrode which becomes empty, the problem of the maldistribution for a light-emitting part does not produce the SiC substrate 2 of n mold. Then, n mold electrode 8 which a current connects to breadth or the cone n mold SiC substrate 2 has been arranged to the corner of the SiC substrate 2, and has prevented protection from light by n mold electrode 8 of the light by which outgoing radiation is carried out outside through the SiC substrate 2.
[0018] Thus, since the SiC substrate 2 which is transparent and has conductivity is arranged to the up side and the electrode 8 for pads was formed in the corner of this SiC substrate 2 to luminescence wavelength, it can ** taking out light efficiently through the SiC substrate 2. Therefore, it becomes unnecessary for low resistance-ization to use a transparent electrode like before as a p mold electrode 7 linked to p type layer of a difficult GaN system, and it can simplify a production process in the configuration of p mold electrode, and a list.
[0019] In addition, in order to prevent the short circuit of electroconductive glue S depended for creeping up, as shown in drawing 3 , the insulating coats 9, such as silicon oxide (SiO2) and silicon nitride (SiNX), can also be formed so that the exposed surface of some substrates 2 and the layers 3-6 on it may be covered.
[0020] Moreover, although the above-mentioned example illustrated the case where the n mold GaN semiconductor material which doped Si and Zn as an impurity was used as a luminous layer 4, InGaN semiconductor materials, such as an InGaN semi-conductor layer which doped Si and Zn as an impurity, an InGaN semi-conductor layer of undoping, or a multiplex quantum well layer of InGaN from which In presentation ratio differs, can also be used for this invention as a luminous layer 4. in such a case, luminescence wavelength -- GaN -- comparing -- a long wave -- since it becomes merit (440nm or more) -- luminescence wavelength -- receiving -- as a transparent substrate -- the SiC substrate of 4H of n mold, or 2H -- in addition, 6HSiC substrate of n mold can also be used.
[0021] moreover, the above-mentioned example as an n mold GaN system semi-conductor layer located in one side of the upper and lower sides of GaN or the InGaN semi-conductor luminous layer 4 As a p mold GaN system semi-conductor layer located in another side of the upper and lower sides of a luminous layer 4 using the Si dope n mold GaN semi-conductor layer 3, although the case where the Mg dope p mold AlGaN semi-conductor layer 5 and the Mg dope p mold GaN contact layer 6 were used was taken for the example, this invention is not limited to this.
[0022] For example, the undoping n mold GaN semi-conductor layer (n mold AlGaN semi-conductor layer) which does not add an impurity, or the n mold GaN semi-conductor layer (n mold AlGaN semi-conductor layer) which added donor impurities other than Si, such as Se, germanium, and Sn, as an impurity can be used as other examples of an n mold GaN system semi-conductor layer. Moreover, an n mold AlGaN semi-conductor layer can also be made into the structure which intervened between said n mold GaN semi-conductor layers and luminous layers 4. Only an n mold AlGaN semi-conductor layer can also be made into the structure which intervened between said n mold SiC substrates 2 and luminous layers 4 further again.
[0023] Moreover, the p mold GaN semi-conductor layer (p mold AlGaN semi-conductor layer) which added acceptor impurity, such as Zn other than Mg, as an impurity can be used as other examples of a p mold GaN system semi-conductor layer. Moreover, the p mold AlGaN semi-conductor layer which intervened between the luminous layer 4 and the p mold GaN semi-conductor layer can be omitted, and it can consider as the structure which adjoined the luminous layer 4 and prepared the p mold GaN semi-conductor layer. It can also consider as the structure which prepared only the p mold AlGaN semi-conductor layer further again as a p mold GaN system semi-conductor layer which adjoins a luminous layer 4.
[0024] Moreover, although the case where an n mold GaN system semi-conductor layer was directly formed in the n mold SiC substrate 2 was illustrated in the above-mentioned example, the buffer layer of the GaN system which consists of an AlGaN semi-conductor layer for preventing both grid mismatching etc. can be formed between the n mold SiC substrate 2 and an n mold GaN system semi-conductor layer.
[0025]
[Effect of the Invention] Since transparence and a SiC substrate with conductivity are used for the semi-

conductor light emitting device of this invention to luminescence wavelength as a substrate, it can make unnecessary the transparent electrode needed conventionally by arranging so that a substrate may be located upwards, and making light penetrate through this substrate. A cost cut can be aimed at in the cutback of production processes, and a list, being able to use a transparent electrode as unnecessary. Moreover, it can reduce the optical absorption by the SiC substrate, and can offer a bright light emitting device while it keeps luminous efficiency very high compared with the case where SiC is used for a luminous layer, since the semi-conductor light emitting device of this invention uses the semiconductor material of GaN of a direct transition mold, or InGaN for the luminous layer.

[Translation done.]

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]
[Drawing 1] It is the sectional view having shown the structure of the semi-conductor light emitting device in one example of this invention.
[Drawing 2] It is the important section sectional view of luminescence equipment equipped with the semi-conductor light emitting device of this example.
[Drawing 3] It is the important section sectional view of luminescence equipment equipped with the semi-conductor light emitting device of other examples.
[Drawing 4] It is drawing having shown the physical property value of the ingredient of the semi-conductor light emitting device in this example.
[Drawing 5] The sectional view having shown the structure of the semi-conductor light emitting device according [(A) and (B)] to the conventional technique and (C) are the sectional views showing the amelioration structure of this drawing (A) and (B).
[Description of Notations]
1 Semi-conductor Light Emitting Device
2 N Mold SiC Substrate
3 N Mold GaN Semi-conductor Layer
4 GaN Semi-conductor Luminous Layer
5 P Mold AlGaN Semi-conductor (Clad) Layer
6 P Mold GaN Semi-conductor (Contact) Layer
7 P Mold Electrode
8 N Mold Electrode

[Translation done.]

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) 公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2000－77713
（P2000－77713A）
(43)公開日　平成12年３月14日(2000.3.14)

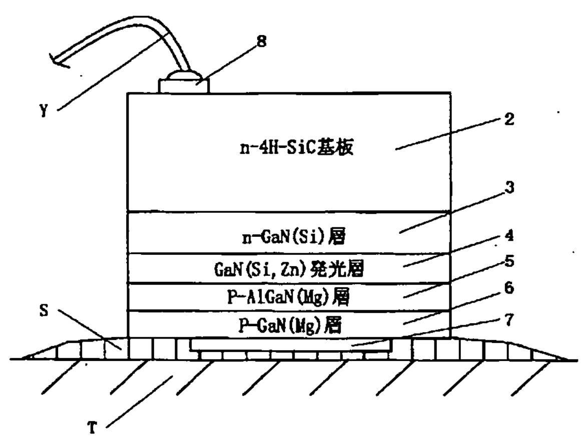
(51)Int.Cl.⁷	識別記号	ＦＩ	テーマコード(参考)
Ｈ０１Ｌ　33/00		Ｈ０１Ｌ　33/00	Ｃ　５Ｆ０４１
			Ｅ

審査請求　未請求　請求項の数３　ＯＬ　（全　５　頁）

(21)出願番号　特願平10－241889
(22)出願日　平成10年８月27日(1998.8.27)
(71)出願人　000001889
三洋電機株式会社
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号
(71)出願人　000214892
鳥取三洋電機株式会社
鳥取県鳥取市南吉方３丁目201番地
(72)発明者　松下　保彦
鳥取県鳥取市南吉方３丁目201番地　鳥取三洋電機株式会社内
(74)代理人　100076794
弁理士　安富　耕二　（外１名）
Ｆターム(参考)　5F041 AA03 AA42 CA03 CA05 CA13
CA33 CA34 CA40 CA49 CA57
CA84 DA02 DA07 DA43

(54)【発明の名称】　半導体発光素子

(57)【要約】
【課題】　高い制御性が必要であるｐ型透明電極を不要とすること。
【解決手段】　ｎ型の４Ｈもしくは２Ｈ－ＳｉＣからなる基板２の上に、ｎ型ＧａＮ半導体層３、ＧａＮ半導体発光層４、ｐ型ＡｌＧａＮ半導体層５、ｐ型ＧａＮ半導体層６を積層するとともに、ＳｉＣ基板２にｎ型電極８を形成し、ｐ型ＧａＮ半導体層６にｐ型電極７を形成した半導体発光素子１であって、ｎ型電極８を基板２の隅に配置したことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項１】　ＳｉＣからなる半導体製の基板の上にＧａＮ系の半導体発光層を含む半導体層を積層した半導体発光素子であって、前記ＳｉＣ基板として、発光波長に対して透明、かつ導電性のある基板を用いるとともに、このＳｉＣ基板に接続する不透明なパッド電極をＳｉＣ基板の中央を避けて隅部に配置したことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項２】　ｎ型の４Ｈもしくは２ＨのＳｉＣからなる基板の上に、ｎ型ＧａＮ系半導体層、ＧａＮ半導体発光層、ｐ型ＧａＮ系半導体層を積層するとともに、前記ＳｉＣ基板にｎ型の電極を形成し、前記ｐ型ＧａＮ系半導体層にｐ型電極を形成した半導体発光素子であって、前記ｎ電極を基板の隅に配置したことを特徴とする半導体発光素子。

【請求項３】　ｎ型の６Ｈ，４Ｈもしくは２ＨのＳｉＣからなる基板の上に、ｎ型ＧａＮ系半導体層、ＩｎＧａＮ半導体発光層、ｐ型ＧａＮ系半導体層を積層するとともに、前記ＳｉＣ基板にｎ型の電極を形成し、前記ｐ型ＧａＮ系半導体層にｐ型電極を形成した半導体発光素子であって、前記ｎ電極を基板の隅に配置したことを特徴とする半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体発光素子に関する。

【０００２】

【従来の技術】ＧａＮ（窒化ガリウム）系、ＳｉＣ（炭化ケイ素）系の材料は、青色発光に適した材料として注目され、現在様々な技術が提案されている。

【０００３】例えば特開平８－６４９１０号公報では、図５（Ａ）に示すように、ｎ型ＳｉＣ基板１０上にｎ型ＳｉＣクラッド層１１、ＩｎＧａＮ活性層１２、ｐ型ＳｉＣクラッド層１３が順に積層され、このｐ型ＳｉＣクラッド層１３上部中央にＡｌ電極１４が、ｎ型ＳｉＣ基板１０下部中央にＮｉ電極１５が形成された青色発光が可能な半導体発光素子（以下、従来構造Ａ）が提案されている。

【０００４】また、同公報には、その従来技術として、図５（Ｂ）に示すように、サファイヤ基板２０上に、ＡｌＧａＮバッファ層２１、ｎ型ＧａＮ層２２、ｎ型ＡｌＧａＮクラッド層２３、ＩｎＧａＮ活性層２４、ｐ型ＡｌＧａＮクラッド層２５、ｐ型ＧａＮ層２６、ｐ型透明電極２７が順に積層され、更にこのｐ型透明電極２７の上にｐ型電極２８が、ｎ型ＧａＮ層２２の一部にｎ型電極２９が形成された青色発光が可能な半導体発光素子（以下、従来構造Ｂ）も開示されている。

【０００５】従来構造Ａにおいては、低温成長（約８００℃）のＩｎＧａＮ活性層１２の上部に高温成長（１４００～１５００℃）のｐ型ＳｉＣクラッド層１３を成長させるため、ｐ型ＳｉＣクラッド層１３の成長中にＩｎＧａＮ活性層１２中のＮが離脱して格子欠陥を生じやすく、良好な結晶が得られない、素子特性が低下するなどの課題がある。

【０００６】また、従来構造Ｂにおいては、基板２０に絶縁体であるサファイヤを用いているので、基板２０を通って素子の上下方向に導通を図ることができない。また、格子定数が３．１１～３．１６ÅのＧａＮ系の層を、格子定数が４．７６Åのサファイヤ基板２０上に積層するので、格子不整合によってＧａＮ系の層に結晶欠陥が生じやすいという課題がある。

【０００７】このような点を考慮し、図５（Ｃ）に示す半導体発光素子のように、ＧａＮ系半導体の格子定数とかなり近い格子定数を有するｎ型のＳｉＣを基板３０として用い、この上にＧａＮ系の層、すなわちＳｉ添加のｎ型ＧａＮ層３１、Ｓｉ，Ｚｎ添加のＧａＮ発光層３２、Ｍｇ添加のｐ型ＡｌＧａＮ半導体（クラッド）層３３，Ｍｇ添加のｐ型ＧａＮ半導体（コンタクト）層３４を形成し、その上に透明なｐ型電極３５とｐ型パッド電極３６を形成することによって従来構造Ａ，Ｂの問題点を解消する構造（以下、構造Ｃ）とすることが考えられる。

【０００８】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、構造Ｃにおいても、ｐ型ＡｌＧａＮ半導体（クラッド）層３３，Ｍｇ添加のｐ型ＧａＮ半導体（コンタクト）層３４の比抵抗値が数オーム・ｃｍと高く、十分低抵抗なｐ型層が得られないため、電流の広がりを図るための透明電極３５を別途設ける必要があり、製造工程が複雑化するという課題がある。この透明電極３５は一般に、遮光性の金属材料を光を透過できる程度に薄く成膜して形成する必要があるので、透明電極３５を作成するための工程に高い制御性が必要になるという課題がある。

【０００９】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の点を考慮してなされたもので、基本的な特徴は、基板上にＧａＮ系の半導体発光層を含む半導体層を積層した半導体発光素子において、基板として発光波長に対して透明、かつ導電性のあるＳｉＣ基板を用い、このＳｉＣ基板に接続する不透明なパッド電極をＳｉＣ基板の中央を避けて隅部に配置して構成したことにある。

【００１０】基板として発光波長に対して透明、かつ導電性のあるＳｉＣ基板を用いるので、基板が上に位置するように配置してこの基板を通して光を取出すことにより、従来必要としていた透明電極を不要とすることができる。透明電極を不要として製造工程の削減、並びにコストダウンを図ることができる。

【００１１】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施例を、図１に示す青色発光に適した半導体発光素子（発光ダイオード）

１を例にとって説明する。

【００１２】この半導体発光素子１は、ｎ型ＳｉＣ半導体からなる基板２の上に、ＧａＮ系の化合物半導体層、すなわち、不純物としてＳｉをドープしたｎ型ＧａＮ半導体層３、不純物としてＳｉ，Ｚｎをドープしたｎ型ＧａＮ半導体発光層４、不純物としてＭｇをドープしたｐ型ＡｌＧａＮ半導体層５、不純物としてＭｇをドープしたｐ型ＧａＮ半導体コンタクト層６を順に結晶成長して積層した構造となっている。発光層４は、直接遷移型のＧａＮ系半導体を用いているので、発光効率を高くすることができ、例えば発光層に間接遷移型のＳｉＣを用いる場合に比べて、発光効率を１００倍程度大きくすることができる。

【００１３】ｐ型ＡｌＧａＮ半導体層５、ｐ型ＧａＮ半導体コンタクト層６は、比抵抗値が大きいので、その低抵抗値化を図るために、必要に応じて前記結晶成長後に８００度Ｃ前後の温度で所定時間アニーリング処理してもよい。このような処理によって比抵抗値を数オーム・ｃｍに低下させることができるが、この値は、例えばｐ型のＳｉＣ層の比抵抗値に比べて１０倍程度も大きく、ｐ型のＳｉＣ層の場合のような電流広がりを得ることは困難である。

【００１４】ＳｉＣ基板は、製造が最も容易な６Ｈ－ＳｉＣを用いるのが一般的であるが、図４に示すように、この６Ｈ－ＳｉＣは、その光吸収端が４２８ｎｍであり、発光層４の発光ピーク波長（４２５～４３０ｎｍ）と一致するので、発光波長に対して不透明となる。そこで、ＳｉＣ基板２としては、光吸収端が発光層４の発光ピーク波長より短く、発光波長に対して透明な４Ｈ－ＳｉＣ、あるいは２Ｈ－ＳｉＣを用いている。ここで、ＳｉＣ基板２としては、２Ｈ－ＳｉＣよりも製造が容易な４Ｈ－ＳｉＣを用いるのが好ましい。

【００１５】ｐ型ＧａＮ半導体（コンタクト）層６には、その中央部にＳｉとＡｌとＡｕからなるｐ型電極７を形成し、ＳｉＣ基板２には、ＮｉとＡｕからなるパッド用のｎ型電極８を形成している。この発光素子１は、図２に示すように、ＳｉＣ基板２が上に位置するように上下反転して用いられるため、素子取付面Ｔに配置されるｐ型電極７は、比較的大きな面積に形成されている。ワイヤボンド接続されるパッド用のｎ型電極８は、厚みが厚くて不透明であるので、基板２から出射する光を遮らないように、基板２の中央を避けて基板２の隅部に配置している。

【００１６】上記のように構成した素子１は、図２に示すように、基板２が上側に位置するように上下反転され、ｐ型電極７が導電性接着剤Ｓ等によってリード電極等の取付面Ｔに固定配置される。そして、上側に位置するパッド用のｎ型電極８に、金などの細線Ｙがワイヤボンド接続される。素子１は、発光装置として、図２に示すように組み立てられるが、この組立てに際して、透明樹脂等によって周囲を被うことにより、光取り出し効率を高めることができる。

【００１７】電圧を印加してｐ型電極７からｎ型電極８に向けて素子１内部に所定の電流を流すと、発光層４において発光ピーク波長が４２５～４３０ｎｍの光が発生する。この光は、発光波長に対して透明なｎ型ＧａＮ半導体層３、ＳｉＣ基板２を含む発光層４の周囲から外部に出射される。ここで、低抵抗値化が困難なｐ型ＧａＮ系半導体層６に大面積のｐ型電極７を形成しているので、駆動電圧を低減でき、また発光面積も拡大できる構成とすることができる。また、ｎ型のＳｉＣ基板２は、その抵抗値がｐ型ＧａＮ系半導体層はもとより、ｐ型のＳｉＣよりも十分に小さいので、電流が広がりやすく、電極を隅部に配置しても発光部分の偏在という問題が生じない。そこで、電流が広がりやすいｎ型ＳｉＣ基板２に接続するｎ型電極８は、ＳｉＣ基板２の隅部に配置し、ＳｉＣ基板２を介して外部に出射される光のｎ型電極８による遮光を防止している。

【００１８】このように、発光波長に対して透明であり、導電性を有するＳｉＣ基板２を上側に配置し、このＳｉＣ基板２の隅にパッド用の電極８を設けたので、ＳｉＣ基板２を通して光を効率的に取出すことがができる。そのため、低抵抗値化が困難なＧａＮ系のｐ型層に接続するｐ型電極７として、従来のように透明な電極を用いる必要がなくなり、ｐ型電極の構成、並びに製造工程を簡素化することができる。

【００１９】尚、導電性接着剤Ｓのはい上がりによる短絡を防止するために、図３に示すように、基板２の一部とその上の層３～６の露出面を覆うように、酸化シリコン(SiO_2)や窒化シリコン(SiN_x)等の絶縁性の被膜９を形成することもできる。

【００２０】また、上記実施例は発光層４として、Ｓｉ，Ｚｎを不純物としてドープしたｎ型ＧａＮ半導体材料を用いる場合を例示したが、本発明は、発光層４として、例えば、Ｓｉ，Ｚｎを不純物としてドープしたＩｎＧａＮ半導体層、アンドープのＩｎＧａＮ半導体層、あるいはＩｎ組成比が異なるＩｎＧａＮの多重量子井戸層等の、ＩｎＧａＮ半導体材料を用いることもできる。このような場合、発光波長がＧａＮに比べて長波長（４４０ｎｍ以上）となるので、発光波長に対して透明な基板として、ｎ型の４Ｈもしくは２ＨのＳｉＣ基板に加えて、ｎ型の６ＨＳｉＣ基板を用いることもできる。

【００２１】また、上記実施例は、ＧａＮもしくはＩｎＧａＮ半導体発光層４の上下の一方に位置するｎ型ＧａＮ系半導体層として、Ｓｉドープｎ型ＧａＮ半導体層３を用い、発光層４の上下の他方に位置するｐ型ＧａＮ系半導体層として、ＭｇドープｐＡｌＧａＮ半導体層５、Ｍｇドープｐ型ＧａＮコンタクト層６を用いる場合を例に取ったが、本発明はこれに限定されるものではない。

【００２２】例えば、ｎ型ＧａＮ系半導体層の他の例として、不純物を加えないアンドープｎ型ＧａＮ半導体層（ｎ型ＡｌＧａＮ半導体層）、あるいは、不純物としてＳｉ以外のＳｅ，Ｇｅ，Ｓｎ等のドナー不純物を加えたｎ型ＧａＮ半導体層（ｎ型ＡｌＧａＮ半導体層）を用いることができる。また、前記ｎ型ＧａＮ半導体層と発光層４の間に、ｎ型ＡｌＧａＮ半導体層を介在した構造とすることもできる。さらにまた、前記ｎ型ＳｉＣ基板２と発光層４の間に、ｎ型ＡｌＧａＮ半導体層のみを介在した構造とすることもできる。

【００２３】また、ｐ型ＧａＮ系半導体層の他の例として、不純物としてＭｇ以外のＺｎ等のアクセプタ不純物を加えたｐ型ＧａＮ半導体層（ｐ型ＡｌＧａＮ半導体層）を用いることができる。また、発光層４とｐ型ＧａＮ半導体層の間に介在していたｐ型ＡｌＧａＮ半導体層を省略し、発光層４に隣接してｐ型ＧａＮ半導体層を設けた構造とすることができる。さらにまた、発光層４に隣接するｐ型ＧａＮ系半導体層として、ｐ型ＡｌＧａＮ半導体層のみを設けた構造とすることもできる。

【００２４】また、上記実施例では、ｎ型ＳｉＣ基板２に直接ｎ型ＧａＮ系半導体層を形成する場合を例示したが、ｎ型ＳｉＣ基板２とｎ型ＧａＮ系半導体層の間に、両者の格子不整合を防止するためのＡｌＧａＮ半導体層等からなるＧａＮ系のバッファ層を形成することができる。

【００２５】

【発明の効果】本発明の半導体発光素子は、基板として発光波長に対して透明、かつ導電性のあるＳｉＣ基板を用いるので、基板が上に位置するように配置してこの基板を通して光を透過させることにより、従来必要として＊
＊いた透明電極を不要とすることができる。透明電極を不要として製造工程の削減、並びにコストダウンを図ることができる。また、本発明の半導体発光素子は、発光層に直接遷移型のＧａＮあるいはＩｎＧａＮの半導体材料を用いているので、ＳｉＣを発光層に用いる場合に比べて発光効率を極めて高く保つとともに、ＳｉＣ基板による光吸収を低減して明るい発光素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施例における半導体発光素子の構造を示した断面図である。

【図２】同実施例の半導体発光素子を備える発光装置の要部断面図である。

【図３】他の実施例の半導体発光素子を備える発光装置の要部断面図である。

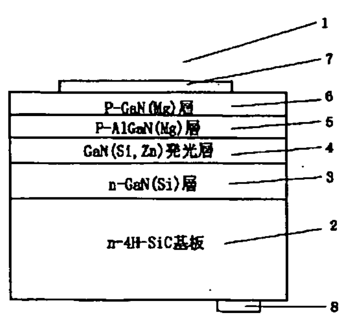
【図４】同実施例における半導体発光素子の材料の物性定数を示した図である。

【図５】（Ａ）（Ｂ）は、従来技術による半導体発光素子の構造を示した断面図、（Ｃ）は同図（Ａ）（Ｂ）の改良構造を示す断面図である。

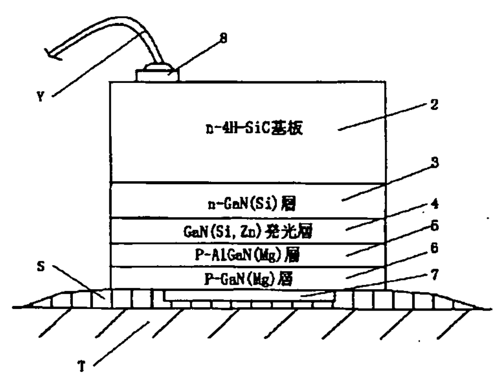
【符号の説明】

１　半導体発光素子
２　ｎ型ＳｉＣ基板
３　ｎ型ＧａＮ半導体層
４　ＧａＮ半導体発光層
５　ｐ型ＡｌＧａＮ半導体（クラッド）層
６　ｐ型ＧａＮ半導体（コンタクト）層
７　ｐ型電極
８　ｎ型電極

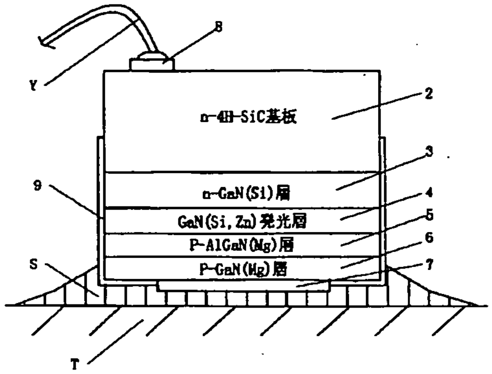
【図１】



【図２】



【図３】



【図４】

結晶材料	6H-SiC	4H-SiC	2H-SiC
バンドギャップEg(eV)	2.9	3.2	3.3
光吸収端(nm)	428	388	376

<GaN(Si,Zn)発光層のピーク波長：425～430nm>

【図５】